

2/9/1

DIALOG(R)File 351:Derwent WPI

(c) 2001 Derwent Info Ltd. All rts. reserv.

012291053 **Image available**

WPI Acc No: 1999-097159/*199909*

XRPX Acc No: N99-070654

SAW constructional element - comprising element with interdigital converter with electrode fingers and reflector on substrate

Patent Assignee: MURATA MFG CO LTD (MURA)

Inventor: HORIUCHI H; IKEURA M; KADOTA M

Number of Countries: 007 Number of Patents: 009

Patent Family:

Patent No	Kind	Date	Applicat No	Kind	Date	Week
DE 19830315	A1	19990114	DE 1030315	A	19980707	199909 B
JP 11027093	A	19990129	JP 97181433	A	19970707	199915
CN 1204891	A	19990113	CN 98115451	A	19980707	199921
KR 99013644	A	19990225	KR 9827239	A	19980707	200017
US 6127769	A	20001003	US 98103322	A	19980623	200050
SG 75854	A1	20001024	SG 981520	A	19980625	200060
DE 19830315	C2	20010215	DE 1030315	A	19980707	200110
JP 3171144	B2	20010528	JP 97181433	A	19970707	200132
TW 437165	A	20010528	TW 98110149	A	19980624	200172

Priority Applications (No Type Date): JP 97181433 A 19970707

Patent Details:

Patent No	Kind	Lan	Pg	Main IPC	Filing Notes
DE 19830315	A1	15		H03H-009/25	
JP 11027093	A	8		H03H-009/64	
CN 1204891	A			H03H-009/64	
KR 99013644	A			H03H-009/00	
US 6127769	A			H01L-041/08	
SG 75854	A1			H03H-009/25	
DE 19830315	C2			H03H-009/25	
JP 3171144	B2	7		H03H-009/64	Previous Publ. patent JP 11027093
TW 437165	A			H03H-009/15	

Abstract (Basic): DE 19830315 A

Constructional element (1) comprises: (a) a substrate (2) for acoustic surface waves and (b) an element (S1-S3) for the acoustic surface wave and having an interdigital converter (3-7) with electrode fingers (106,107) and reflector (8-12). One of the fingers is bound to one of the end surfaces (102a) of the substrate for acoustic surface waves.

USE - For SAW and SH constructional elements.

ADVANTAGE - A number of elements for acoustic surface waves are used.

Dwg.3A/9

Title Terms: SAW; CONSTRUCTION; ELEMENT; COMPRISE; ELEMENT; INTERDIGITAL; CONVERTER; ELECTRODE; FINGER; REFLECT; SUBSTRATE

Derwent Class: U14; U25; V06

International Patent Class (Main): H01L-041/08; H03H-009/00; H03H-009/15; H03H-009/25; H03H-009/64

International Patent Class (Additional): H03H-009/64

File Segment: EPI

Manual Codes (EPI/S-X): U14-G; U25-B; V06-K04; V06-K05

1999 r 2288



①9 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT

⑫ **Offenl gungsschrift**
⑩ **DE 198 30 315 A 1**

⑤1 Int. Cl.⁶:
H 03 H 9/25
H 03 H 9/64

⑳ Aktenzeichen: 198 30 315.7
㉔ Anmeldetag: 7. 7. 98
㉕ Offenlegungstag: 14. 1. 99

Aun

DE 198 30 315 A 1

③0 Unionspriorität:
9-181433 07. 07. 97 JP

㉑ Anmelder:
Murata Manufacturing Co., Ltd., Nagaokakyo,
Kyoto, JP

㉒ Vertreter:
Schoppe & Zimmermann, 81479 München

㉓ Erfinder:
Kadota, Michio, Nagaokakyo, Kyoto, JP; Horiuchi,
Hideya, Nagaokakyo, Kyoto, JP; Ikeura, Mamoru,
Nagaokakyo, Kyoto, JP

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤4 Oberflächenwellenelement

⑤7 Ein Bauelement für akustische Oberflächenwellen umfaßt ein Substrat für akustische Oberflächenwellen mit einer ersten und einer zweiten Endoberfläche, wobei ein Element für akustische Oberflächenwellen auf dem Substrat für akustische Oberflächenwellen angeordnet ist und unter Verwendung einer akustischen Oberflächenwelle vom SH-Typ arbeitet. Das Element für akustische Oberflächenwellen umfaßt einen Interdigitalwandler mit einer Mehrzahl von Elektrodenfingern und einen Reflektor mit einer Mehrzahl von Elektrodenfingern. Einer eines Paares von äußersten Elektrodenfingern ist mit entweder der ersten oder zweiten Endoberfläche des Substrats für akustische Oberflächenwellen bündig, wobei der Reflektor an einer Seite positioniert ist, an der der andere des Paares der äußersten Elektrodenfinger positioniert ist, derart, daß eine akustische Oberflächenwelle vom SH-Typ, die durch den Interdigitalwandler erregt wird, zwischen dem Reflektor und entweder der ersten oder zweiten Endoberfläche begrenzt ist.

DE 198 30 315 A 1

Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf ein Oberflächenwellenbauelement oder SAW-Bauelement (SAW = Surface Acoustic Wave = akustische Oberflächenwelle), das eine akustische Oberflächenwelle vom Scher-Horizontal-Typ (SH-Typ; SH = Shear Horizontal) verwendet und eine Mehrzahl von Oberflächenwellenelementen umfaßt, die derart verbunden sind, daß sie beispielsweise ein Filter vom Leiter-Typ bilden.

Es existieren viele herkömmliche Typen von Oberflächenwellenbauelementen, die eine Mehrzahl von SAW-Elementen umfassen. Ein SAW-Filter, bei dem eine Mehrzahl von SAW-Resonatoren angeordnet ist, um eine Leitterschaltung zu definieren, ist beispielsweise bekannt und wird als Leiter- oder Sieb-Filter bezeichnet. Fig. 1A zeigt ein herkömmliches Leiterfilter 201, das in der offengelegten Japanischen Patentanmeldung Nr. 5-183380 offenbart ist, während Fig. 1B ein Ersatzschaltbild desselben zeigt. Das Leiterfilter 201 hat ein piezoelektrisches Substrat 202 und eine Serie von Ein-Tor-SAW-Resonatoren 203 und 204 sowie parallel geschaltete Ein-Tor-SAW-Resonatoren 205, 206 und 207, die auf dem piezoelektrischen Substrat 201 angeordnet sind. Die seriellen Ein-Tor-SAW-Resonatoren 203 und 204 sind zwischen einem Eingangsanschluß EIN und einem Ausgangsanschluß AUS seriell geschaltet, um einen seriellen Arm zu bilden, während die parallelen Ein-Tor-SAW-Resonatoren 205 bis 207 jeweils parallel zwischen dem seriellen Arm und einem Massepotential geschaltet sind, wobei jeder einen parallelen Arm definiert.

Wie es in Fig. 1A gezeigt ist, umfaßt jeder SAW-Resonator 203 bis 207 ein jeweiliges Paar von Interdigitalwandlern (IDT; IDT = Interdigital Transducers) 203a bis 207a und ein jeweiliges Paar von Gitterreflektoren 203b bis 207b, die an gegenüberliegenden Seiten desselben angeordnet sind. Bei den SAW-Resonatoren 203 bis 207 werden durch die IDTs 203a bis 207a Oberflächenwellen erzeugt, die zwischen den Gitterreflektoren 203b bis 207b begrenzt sind, um stehende Wellen zu bilden. Jeder Resonator hat eine Resonanzcharakteristik, bei der die Impedanz des Resonators in der Nähe einer Resonanzfrequenz niedrig ist, während die Impedanz in der Nähe einer Antiresonanzfrequenz hoch ist.

Bei dem Leiterfilter 201 sind die Resonanzfrequenzen der seriellen Ein-Tor-Resonatoren 203 und 204 derart gestaltet, daß sie mit der Antiresonanzfrequenz der parallelen Ein-Tor-Resonatoren 205 und 207 zusammenfallen. Somit ist das Leiterfilter 201 mit einem Paßband versehen, das durch die Antiresonanzfrequenz der seriellen Ein-Tor-Resonatoren 203 und 204 und der Resonanzfrequenz der parallelen Ein-Tor-Resonatoren 205 bis 207 definiert ist.

Das herkömmliche Leiterfilter 201 und andere Leiterfilter dieses Typs werden in großem Maßstab bei Fernsehern, Videorekordern, Kommunikationsgeräten, wie z. B. zellulären Telefonen, oder dergleichen verwendet. Es existiert jedoch ein Bedarf nach einer Verbesserung des Verhaltens eines solchen Leiterfilters und nach einer Miniaturisierung eines solchen Leiterfilters.

Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung besteht darin, ein verbessertes Oberflächenwellenbauelement zu schaffen.

Diese Aufgabe wird durch ein Oberflächenwellenbauelement gemäß Anspruch 1 oder Anspruch 10 gelöst.

Die bevorzugten Ausführungsbeispiele der vorliegenden Erfindung dienen dazu, die Nachteile bekannter Bauelemente zu überwinden und ein Oberflächenwellenbauelement mit wesentlich verbesserten Verhaltenscharakteristika und mit einer wesentlich reduzierten Größe im Vergleich zu herkömmlichen Bauelementen zu schaffen.

Gemäß einem bevorzugten Ausführungsbeispiel der vor-

liegenden Erfindung umfaßt ein Oberflächenwellenbauelement ein Substrat für akustische Oberflächenwellen mit einer ersten Endoberfläche und einer zweiten Endoberfläche, wobei ein Element für akustische Oberflächenwellen auf dem Oberflächenwellensubstrat vorgesehen ist und unter Verwendung einer akustischen Oberflächenwelle vom SH-Typ arbeitet. Das Oberflächenwellenelement umfaßt einen Interdigitalwandler mit einer Mehrzahl von Elektrodenfingern und einen Reflektor mit einer Mehrzahl von Elektrodenfingern. Einer eines Paares der äußersten Elektrodenfinger ist bündig mit einer der ersten und zweiten Oberflächen des Oberflächenwellensubstrats, wobei der Reflektor an einer Seite angeordnet ist, wo der andere des Paares der äußersten Elektrodenfinger positioniert ist, derart, daß eine akustische Oberflächenwelle vom SH-Typ, die durch den IDT erzeugt wird, zwischen dem Reflektor und der ersten bzw. zweiten Endoberfläche begrenzt ist.

Das Oberflächenwellenbauelement kann eines oder eine Mehrzahl von Oberflächenwellenelementen, welche beschrieben wurden, umfassen. Wenn eine Mehrzahl von Oberflächenwellenelementen vorhanden ist, sind die Oberflächenwellenelemente vorzugsweise in einer Leitterschaltung oder in einer Gitterschaltungsanordnung verbunden.

Zwecks der Darstellung der bevorzugten Ausführungsbeispiele der vorliegenden Erfindung sind in den Zeichnungen mehrere Formen gezeigt, die gegenwärtig bevorzugt werden.

Fig. 1A ist eine perspektivische Ansicht, die ein herkömmliches Leiterfilter zeigt.

Fig. 1B ist ein Ersatzschaltbild des in Fig. 1A gezeigten Leiterfilters.

Fig. 2 ist eine perspektivische Ansicht eines SAW-Elements, das bei einem SAW-Bauelement gemäß bevorzugten Ausführungsbeispielen der vorliegenden Erfindung verwendet wird.

Fig. 3A ist eine perspektivische Ansicht eines SAW-Bauelements, das eine Leitterschaltung gemäß einem ersten bevorzugten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung bildet.

Fig. 3B ist ein Ersatzschaltbild des SAW-Bauelements, das in Fig. 3A gezeigt ist.

Fig. 4A ist eine perspektivische Ansicht eines SAW-Bauelements, das eine Gitterschaltung gemäß einem zweiten bevorzugten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung aufweist.

Fig. 4B ist ein Ersatzschaltbild des SAW-Bauelements, das in Fig. 3A gezeigt ist.

Fig. 5 ist eine schematische Draufsicht, die ein SAW-Bauelement gemäß einem weiteren bevorzugten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung zeigt.

Fig. 6 ist eine schematische Draufsicht, die ein SAW-Bauelement gemäß einem weiteren bevorzugten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung zeigt.

Fig. 7 ist eine schematische Draufsicht, die ein SAW-Bauelement gemäß einem weiteren bevorzugten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung zeigt.

Fig. 8 ist eine schematische Draufsicht, die ein SAW-Bauelement gemäß einem weiteren bevorzugten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung zeigt.

Fig. 9 ist eine schematische Draufsicht, die ein SAW-Bauelement gemäß einem weiteren bevorzugten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung zeigt.

Die Erfinder der vorliegenden Erfindung haben SAW-Resonatoren vom Kantenreflexionstyp untersucht, wie sie in dem U. S. Patent Nr. 5,184,042 und in den IEEE Transactions on Microwave Theory and Technique, Bd. 44, Nr. 12, 1996, offenbart sind, und sie haben herausgefunden, daß SAW-Resonatoren vom Kantenreflexionstyp für ein Leiter-

Filter oder ein SAW-Bauelement, das eine Mehrzahl von SAW-Elementen umfaßt, verwendet werden können.

Die Erfinder haben ferner herausgefunden, daß das herkömmliche Leiterfilter die Probleme aufweist, die Gitterreflektoren von SAW-Resonatoren zugeordnet sind. Insbesondere sind die Gitterfilter im Vergleich zur Größe der IDTs relativ groß, was eine Miniaturisierung des Leiterfilters verhindert.

Dagegen erfordern SAW-Resonatoren vom Kantenreflexionstyp keine Gitterreflektoren. Daher kann ein Leiterfilter unter Verwendung eines SAW-Filters vom Kantenreflexionstyp miniaturisiert werden. Ein SAW-Resonator vom Kantenreflexionstyp verwendet Endoberflächen eines piezoelektrischen Substrats, um eine akustische Oberflächenwelle zu reflektieren, wobei der Abstand zwischen den Substratendoberflächen auf einen spezifischen Wert eingestellt ist, der durch eine Frequenzcharakteristik des Kantenreflexions-SAW-Resonators bestimmt ist. Dies bedeutet, daß nur ein Kantenreflexions-SAW-Resonator auf einem Substrat gebildet werden kann, während die Größe des Substrats basierend auf der Frequenzcharakteristik des Kantenreflexions-SAW-Resonators abweicht. Diese Anforderung erlaubt keine Integration einer Mehrzahl von Kantenreflexions-SAW-Resonatoren. Die Erfinder haben dieses Problem, wie es nachfolgend erörtert wird, erfolgreich gelöst.

Nachfolgend werden bevorzugte Ausführungsbeispiele der vorliegenden Erfindung detailliert bezugnehmend auf die Zeichnungen erklärt.

Fig. 2 ist eine perspektivische Ansicht, die ein Beispiel für ein Oberflächenwellenelement (SAW-Element) 101 darstellt, das als Ein-Tor-Resonator in einem SAW-Bauelement gemäß bevorzugter Ausführungsbeispiele der vorliegenden Erfindung eingesetzt wird. Das SAW-Element 101 ist aufgebaut, um eine Scher-Horizontal- (SH-) Oberflächenwelle zu verwenden. In dieser Beschreibung ist eine akustische SH-Oberflächenwelle als akustische Oberflächenwelle definiert, die eine Verschiebung in einer Richtung erfährt, die im wesentlichen senkrecht zu der Ausbreitungsrichtung der akustischen Oberflächenwelle ist, und die im wesentlichen parallel zu der Oberfläche eines Substrats ist, in dem die akustische SH-Oberflächenwelle erregt wird. Solche SH-Oberflächenwellen umfassen beispielsweise SH-Leckwellen, "Love"-Wellen und BGS-Wellen (BGS = Bleustein-Gulyacv-Shimizu).

Das SAW-Element 101 umfaßt ein piezoelektrisches Substrat 102, einen Interdigitalwandler (IDT) 103 und einen Reflektor 105. Das piezoelektrische Substrat 102 hat ein Paar von Endoberflächen 102a und 102b und besteht vorzugsweise aus einem piezoelektrischen Material, wie z. B. einer piezoelektrischen Blei-Titanat-Zirkonat-Keramik, einem piezoelektrischen LiNbO_3 -Einkristall, einem piezoelektrischen LiTaO_3 -Einkristall oder einem Quarz-Einkristall. In dem Fall, in dem das Substrat 102 aus piezoelektrischer Keramik besteht, ist das Substrat 2 vorzugsweise in der Richtung polarisiert, die durch den Pfeil P, der in Fig. 2 gezeigt ist, angedeutet ist.

Der IDT 103 hat ein Paar kammförmige Elektroden 106 und 107, die auf der oberen Oberfläche des Substrats 102 angeordnet sind, wobei die kammförmigen Elektroden 106 und 107 angeordnet sind, um interdigital zueinander angeordnet zu sein. Jede der kammförmigen Elektroden 106 und 107 umfaßt eine Mehrzahl von Elektrodenfingern, wodurch der IDT ein Paar von äußersten Elektrodenfingern 108 und 109 hat. Einer des Paares der äußersten Elektrodenfinger, d. h. der äußerste Elektrodenfinger 108, ist angeordnet, um mit einer der Endoberflächen, d. h. beispielsweise der Endoberfläche 102a, bündig zu sein.

Der Reflektor 105 ist vorzugsweise ein Gitterreflektor

und umfaßt eine Mehrzahl von Elektrodenfingern. Beide Enden der Elektrodenfinger sind kurzgeschlossen. Der Reflektor 105 ist auf der Seite des anderen des Paares der äußersten Elektrodenfinger, d. h. des äußersten Elektrodenfingers 109, positioniert.

Der Raum zwischen den Elektrodenfingern und die Breite der Elektrodenfinger mit Ausnahme des äußersten Elektrodenfingers 108 sind vorzugsweise auf etwa $\lambda/4$, wobei λ eine Wellenlänge der Welle vom SH-Typ ist, die in dem Substrat 2 erregt werden soll. Die Breite des äußersten Elektrodenfingers 108 ist vorzugsweise auf etwa $\lambda/8$ eingestellt.

Beim Anlegen einer Wechselspannung von den kammförmigen Elektroden 106 und 107 wird die SH-Welle in dem SAW-Element 101 erregt und breitet sich in der Richtung aus, die im wesentlichen senkrecht zu der Endoberfläche 102a ist. Die SH-Welle wird zwischen der Endoberfläche 102a und dem Reflektor 105 reflektiert, derart, daß die SH-Welle zwischen der Endoberfläche und dem Reflektor begrenzt ist.

Da das SAW-Element 101 nur einen Reflektor erfordert, kann das SAW-Element 101 kleiner als ein SAW-Element mit einem Reflektorpaar gemacht werden. Zusätzlich muß die Endoberfläche des Substrats 102 des SAW-Elements 101 nicht mit dem äußersten Elektrodenfinger auf der Seite ausgerichtet sein, wo der Reflektor vorgesehen ist. Dieser erlaubt, daß sich das Substrat 2 über den Reflektor 105 hinaus erstreckt und einen Raum bildet, um andere SAW-Elemente, Elektroden, die das SAW-Element 101 und die anderen SAW-Elemente verbinden sollen, oder dergleichen zu bilden. Daher ist es möglich, daß eine Mehrzahl von SAW-Elementen 101 auf einem einzigen Substrat gebildet ist und angeordnet werden kann, um eine Parallel- und/oder Serienschaltung zu bilden, wodurch die Flexibilität der Anordnung die Mehrzahl von SAW-Elementen 101 auf einem einzigen Substrat erhöht wird.

Nachfolgend wird ein SAW-Bauelement, das eine Mehrzahl von SAW-Elementen umfaßt, die in Fig. 2 gezeigt sind, detailliert erläutert.

Fig. 3A ist eine perspektivische Ansicht, die ein Oberflächenwellenelement gemäß einem ersten bevorzugten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung darstellt.

Bei dem Oberflächenwellenelement 1, das in Fig. 3A gezeigt ist, ist eine Mehrzahl von Oberflächenwellenelementen, die unter Verwendung einer BGS-Welle als die akustische Oberflächenwelle vom SH-Typ arbeiten, verbunden, um ein Filter vom Leiter-Typ zu bilden.

Das SAW-Bauelement 1 umfaßt ein im wesentlichen rechteckförmiges SAW-Substrat 2. Das SAW-Substrat 2 besteht vorzugsweise aus einem piezoelektrischen Einkristall oder aus einer piezoelektrischen Keramik, wie z. B. LiTaO_3 , LiNbO_3 oder Quarz. Die IDTs 3 bis 5 sind auf der oberen Oberfläche des SAW-Substrats 2 vorgesehen, derart, daß die IDTs 3 bis 5 entlang einer Endoberfläche 2a des SAW-Substrats 2 positioniert sind. Ferner sind die IDTs 6 und 7 auf der oberen Oberfläche des SAW-Substrats 2 vorgesehen, derart, daß die IDTs 6 und 7 entlang einer Endoberfläche 2b des SAW-Substrats 2 positioniert sind.

Jeder IDT 3-5 hat kammförmige Elektroden mit einer Mehrzahl von Elektrodenfingern, wobei einer eines Paares der äußersten Finger bündig mit der Endoberfläche 2a ist. Die Reflektoren 8 bis 10 sind an den Seiten gebildet, die der Endoberfläche 2a in der Ausbreitungsrichtung der akustischen Oberflächenwelle der jeweiligen IDTs 3 bis 5 gegenüberliegen, d. h. an den Seiten, an denen der andere des Paares der äußersten Finger jedes IDT 3 bis 5 positioniert ist. Jeder Reflektor 8 bis 10 ist vorzugsweise ein Gitterreflektor mit einer Mehrzahl von Elektrodenfingern, die an beiden Enden kurzgeschlossen sind.

Der IDT 3 und der Reflektor 8 bilden einen Serienarmresonator S1, der einem SAW-Element 101, das in Fig. 2 gezeigt ist, entspricht. Bei diesem Serienarmresonator S1 wird eine akustische Oberflächenwelle durch den IDT 3 erzeugt und durch die Endoberfläche 2a und den Reflektor 8 reflektiert, wodurch die akustische Oberflächenwelle zwischen der Endoberfläche 2a und den Reflektor 8 begrenzt ist. Im Gegensatz zu einem akustischen Oberflächenwellenresonator vom Kantenreflexionstyp, bei dem die akustische Oberflächenwelle zwischen beiden Endoberflächen begrenzt ist, wird die akustische Oberflächenwelle im Serienarmresonator S1 durch die Endoberfläche 2a, die an einem Seitenende des IDT 3 vorgesehen ist, und ebenfalls durch den Reflektor 8, der an der entgegengesetzten Seite des IDT 3 vorgesehen ist, reflektiert, derart, daß die akustische Oberflächenwelle zwischen der Endoberfläche 2a und dem Reflektor 8 begrenzt ist.

Auf ähnliche Art und Weise bilden der IDT 4 und der Reflektor 9 einen Serienarmresonator S2, während der IDT 5 und der Reflektor 10 einen Serienarmresonator S3 bilden.

Jeder IDT 6 und 7 hat kammförmige Elektroden mit einer Mehrzahl von Elektrodenfingern, wobei einer eines Paares von äußersten Fingern bündig mit der Endoberfläche 2b ist. Die Reflektoren 11 und 12 sind an Seiten gegenüber der Endoberfläche 2b in der Ausbreitungsrichtung der akustischen Oberflächenwelle der jeweiligen IDTs 6 und 7 gebildet, d. h. an Seiten, an denen der andere des Paares der äußersten Finger jedes IDT 6 und 7 positioniert ist. Jeder Reflektor 11 und 12 ist vorzugsweise ein Gitterreflektor mit einer Mehrzahl von Elektrodenfingern, die an beiden Enden kurzgeschlossen sind.

Der IDT 6 und der Reflektor 11 bilden einen Parallelarmresonator P1, wobei die akustische Oberflächenwelle, die durch den IDT 6 erzeugt wird, zwischen dem Reflektor 11 und der Endoberfläche 2b begrenzt ist. Auf die gleiche Art und Weise bilden der IDT 7 und der Reflektor 12 einen Parallelarmresonator P2, wobei die akustische Oberflächenwelle, die durch den IDT 7 erzeugt wird, zwischen dem Reflektor 12 und der Endoberfläche 2b begrenzt ist.

Der Serienarmresonator S1 ist mit dem Eingangsanschluß EIN vorzugsweise über einen Bonddraht 3 verbunden. Der Serienarmresonator S3 ist mit dem Ausgangsanschluß AUS vorzugsweise über einen Bonddraht 14 verbunden. Ferner sind der Serienarmresonator S1 und der Serienarmresonator S2 elektrisch miteinander über eine Verbindungselektrode 15a verbunden, die auf dem Substrat 2 angeordnet ist. Auf ähnliche Art und Weise sind der Serienarmresonator S2 und der Serienarmresonator S3 miteinander über eine Verbindungselektrode 15b auf dem Substrat 2 elektrisch verbunden.

Ferner ist eine Verbindungselektrode 16a vorgesehen, wobei ein Ende derselben mit der Verbindungselektrode 15a verbunden ist, während das andere Ende derselben mit dem Parallelarmresonator P1 verbunden ist. Der Parallelarmresonator P1 und der Parallelarmresonator P2 sind miteinander über eine Verbindungselektrode 16b verbunden. Die Verbindungselektrode 16b ist mit einem Ende eines Bonddrahts 17 verbunden. Das andere Ende des Bonddrahts 17 ist mit Masse verbunden. Die Verbindungselektroden 16a und 16b sind auf dem Substrat 2 gebildet.

Der Parallelarmresonator P2 ist mit der Verbindungselektrode 15b über eine Verbindungselektrode 16c verbunden, die auf dem Substrat 2 gebildet ist.

Somit sind die Serienarmresonatoren S1 bis S3 und die Parallelarmresonatoren P1 und P2 derart verbunden, daß eine Leiterschaltung gebildet ist, wie es in Fig. 3b gezeigt ist. Das heißt, daß ein Filter vom Leitertyp durch Anordnen der IDTs 3 bis 7, die Reflektoren 8 bis 12 und der Verbin-

dungselektroden 15a, 15b und 16a bis 16c auf dem einzigen SAW-Substrat 2 realisiert ist.

Die IDTs 3 bis 7, die Reflektoren 8 bis 12 und die Verbindungselektroden 15a, 15b und 16a-16c sind aus einem elektrisch leitfähigen Material, beispielsweise aus Metall, wie z. B. Aluminium, Silber oder Kupfer oder einer Legierung, gebildet. Die Bildung dieser Elemente kann mittels Aufdampfung, Plattierung, Sputtern, Beschichten und Aushärten einer leitfähigen Paste oder durch andere geeignete Techniken erreicht werden.

Da jeder der Resonatoren S1 bis S3, P1 und P2 nur einen Reflektor aufweist, kann gemäß der vorliegenden Erfindung die Gesamtfläche des SAW-Bauelements 1 im Vergleich zu einem SAW-Bauelement wesentlich reduziert werden, bei dem jeder Resonator ein herkömmliches SAW-Element mit einem Reflektorpaar aufweist.

Zusätzlich können die Endoberflächen, die dazu dienen, die akustischen Oberflächenwellen zu reflektieren, einfach erhalten werden, indem die freiliegenden Endoberflächen 2a und 2b mittels eines Zerteilungsverfahrens hergestellt werden. Das heißt, daß es nur notwendig ist, den Hochpräzisionsprozeß des Bildens der Endoberflächen mittels des Zerteilens zweimal durchzuführen, wodurch das Herstellungsverfahren wesentlich reduziert wird.

Ferner sind alle Verbindungen unter den SAW-Resonatoren S1 bis S3 und P1, P2 durch elektrisch leitfähige Strukturen realisiert, d. h. durch die Verbindungselektroden 15a, 15b, 16a-16c, die auf dem SAW-Substrat 2 vorgesehen sind. Das heißt, daß bei dem bevorzugten Ausführungsbeispiel die Verbindungen unter den SAW-Resonatoren ohne Verwendung von Bonddrähten hergestellt werden können, weshalb eine Verringerung der Anzahl von Bonddrähten erreicht wird, wodurch das Verfahren zum Herstellen der Verbindung mit Bonddrähten wesentlich vereinfacht wird. Insbesondere werden bei dem SAW-Bauelement 1 Bonddrähte 13, 14 und 17 nur verwendet, um das SAW-Bauelement 1 mit dem Eingangsanschluß, dem Ausgangsanschluß und der Masse zu verbinden, wobei keine Bonddrähte benötigt werden, um Verbindungen innerhalb des Leiternetzwerks herzustellen.

Fig. 4A ist eine perspektivische Ansicht, die ein zweites bevorzugtes Ausführungsbeispiel eines SAW-Bauelements gemäß der vorliegenden Erfindung darstellt, während Fig. 4B ein Ersatzschaltbild des SAW-Bauelements, das in Fig. 4A gezeigt ist, zeigt. Bei dem bevorzugten Ausführungsbeispiel umfaßt das SAW-Bauelement 21 vorzugsweise vier SAW-Resonatoren, die derart verbunden sind, daß sie als ein Filter vom Gittertyp arbeiten, das unter Verwendung einer BGS-Welle arbeitet.

Das SAW-Bauelement 21 umfaßt vorzugsweise ein SAW-Substrat 22. Das SAW-Substrat 22 kann aus einem Material hergestellt sein, das dem ähnlich ist, das beim ersten bevorzugten Ausführungsbeispiel verwendet wurde, um das SAW-Substrat zu bilden. IDTs 23 und 24 sind auf einer Seite entlang einer Seitenoberfläche 22a des SAW-Substrats 22 positioniert. IDTs 25 und 26 sind auf der entgegengesetzten Seite entlang einer Seitenoberflächen 22b des SAW-Substrats 22 positioniert.

Jeder IDT 23 und 26 hat kammförmige Elektroden, die eine Mehrzahl von interdigitalen Elektrodenfingern umfassen, wobei einer eines Paares von äußersten Elektrodenfingern bündig mit entweder der Endoberfläche 22a oder der Endoberfläche 22b ist.

Die Reflektoren 27 und 28 sind an Seiten der IDTs 23 bzw. 24 vorgesehen, wobei diese Seiten in der Ausbreitungsrichtung der akustischen Oberflächenwellen gesehen zu der Endoberfläche 22a entgegengesetzt sind. Die akustische Oberflächenwelle, die durch den IDT 23 erzeugt wird,

wird durch die Endoberfläche 22a und den Reflektor 27 reflektiert, weshalb die akustische Oberflächenwelle zwischen denselben begrenzt ist. Daher ist ein SAW-Resonator geschaffen, der ähnlich zu dem SAW-Resonator S1 bei dem ersten bevorzugten Ausführungsbeispiel ist. Das heißt, daß der IDT 23 und der Reflektor 27 einen SAW-Resonator R1 definieren. Auf ähnliche Art und Weise definieren der IDT 24 und der Reflektor 28 einen anderen SAW-Resonator R2.

Andererseits sind auf der Seite, wo die IDTs 25 und 26 angeordnet sind, Reflektoren 29 und 30 an Seiten der IDTs 25 bzw. 26 positioniert, wobei diese Seiten der Endoberfläche 22b in der Ausbreitungsrichtung der akustischen Oberflächenwellen gegenüberliegen. Das heißt, daß der IDT 25 und der Reflektor 29 einen Resonator R3 für akustische Oberflächen bildet, und daß der IDT 26 und der Reflektor 30 einen Resonator R4 für akustische Oberflächenwellen definieren. Bei den Resonatoren R3 und R4 für akustische Oberflächenwellen werden akustische Oberflächenwellen von der Endoberfläche 22b und dem Reflektor 29 oder 30 reflektiert, wodurch die akustischen Oberflächenwellen zwischen der Endoberfläche 22b und dem Reflektor 29 oder 30 begrenzt sind.

Der Resonator R1 für akustische Oberflächenwellen und der Resonator R3 für akustische Oberflächenwellen sind über eine elektrisch leitfähige Struktur einer Verbindungselektrode 31a, die auf dem Substrat 22 für akustische Oberflächenwellen angeordnet ist, elektrisch miteinander verbunden. Ein Bonddraht 32 ist mit der Verbindungselektrode 31a verbunden.

Der Resonator R1 für akustische Oberflächenwellen und der Resonator R2 für akustische Oberflächenwellen sind miteinander über eine Verbindungselektrode 31b elektrisch verbunden. Der Resonator R3 für akustische Oberflächenwellen und der Resonator R4 für akustische Oberflächenwellen sind über eine Verbindungselektrode 31c miteinander elektrisch verbunden. Bonddrähte 33 und 34 sind mit den Verbindungselektroden 31b bzw. 31c verbunden. Ferner sind der Resonator R2 für akustische Oberflächenwellen und der Resonator R4 für akustische Oberflächenwellen über eine Verbindungselektrode 31d miteinander verbunden. Ein Bonddraht 35 ist mit der Verbindungselektrode 31c verbunden.

Somit ist bei dem Bauelement 21 für akustische Oberflächenwellen ein Gitter-Typ-Filter durch die Resonatoren R1 bis R4 für akustische Oberflächenwellen gebildet, die in der Form eines Gitternetzwerks verbunden sind, wie es im Ersatzschaltbild von Fig. 4B gezeigt ist, und zwar zwischen den Knoten, die mit den Bonddrähten 32 bis 35 verbunden sind.

Da bei diesem bevorzugten Ausführungsbeispiel jeder Resonator R1 bis R4 nur einen Reflektor hat, ist die Gesamtfläche des SAW-Bauelements 21 im Vergleich zu einem SAW-Bauelement bedeutsam reduziert, bei dem jeder Resonator ein herkömmliches SAW-Element mit einem Paar von Reflektoren umfaßt.

Zusätzlich wird ein Zerteilen zum Herstellen der reflektierenden Endoberflächen des Substrats für akustische Oberflächenwellen nur zum Herstellen der Endoberflächen 22a und 22b benötigt. Das heißt, daß das Substrat 22 für akustische Oberflächenwellen durch Durchführen von nur zwei Zerteilungsoperationen erhalten werden kann.

Ferner sind die Verbindungen zwischen den Resonatoren R1 bis R4 für akustische Oberflächenwellen, um das Filter vom Gitter-Typ zu bilden, durch Anordnen der elektrisch leitfähigen Struktur von Verbindungselektroden 31a bis 31d auf dem Substrat 22 für akustische Oberflächenwellen realisiert. In anderen Worten können die elektrischen Verbindungen zwischen den Resonatoren hergestellt werden, ohne daß

ein Bonddraht verwendet werden muß. Somit ist die Anzahl von Bonddrähten reduziert, wobei die reduzierte Anzahl von Bonddrähten durch einfache Verarbeitungsverfahren angeschlossen werden können.

Bei dem ersten und zweiten bevorzugten Ausführungsbeispiel, die oben beschrieben worden sind, ist das Bauelement für akustische Oberflächenwellen angeordnet, um ein Filter vom Leiter-Typ oder ein Filter vom Gitter-Typ zu bilden. Das Bauelement für akustische Oberflächenwellen der vorliegenden Erfindung ist jedoch nicht auf solche Schaltungsformen begrenzt. Das heißt, daß bei dem Bauelement für akustische Oberflächenwellen gemäß der vorliegenden Erfindung eine Mehrzahl von Resonatoren für akustische Oberflächenwellen auf eine beliebige Art und Weise angeschlossen werden kann, um eine erwünschte Schaltung zu bilden. Die Fig. 5 bis 9 zeigen bestimmte Beispiele für SAW-Resonator-Filter 41, 42, 43, 44 und 45 gemäß weiteren bevorzugten Ausführungsbeispielen der vorliegenden Erfindung. In den Fig. 5 bis 9 sind die IDTs durch das Bezugszeichen 46 bezeichnet, während die Reflektoren durch das Bezugszeichen 47 bezeichnet sind. Die Substrate sind durch das Bezugszeichen 49 bezeichnet. Es sei angemerkt, daß die Fig. 5 bis 9 ebenfalls in gestrichelten Linien Reflektoren 68 zeigen, die bei herkömmlichen SAW-Resonator-Filtern, die den SAW-Resonator-Filtern 41, 42, 43, 44 und 45 entsprechen, benötigt werden, die jedoch bei den SAW-Resonator-Filtern 41, 42, 43, 44 und 45 gemäß der vorliegenden Erfindung nicht benötigt werden.

Bei den SAW-Resonator-Filtern 41 bis 45 sind die Reflektoren 78, die bei den herkömmlichen Filtern vorgesehen werden müssen, durch Endoberflächen des Substrats 49 ersetzt, wobei einer eines Paares der äußersten Elektrodenfinger der IDTs 46 bündig mit der Endoberfläche ist. Daher sind die SAW-Resonator-Filter 41-45 wesentlich kleiner als herkömmliche entsprechende SAW-Resonator-Filter, und zwar um ein Viertel bis zu der Hälfte der Fläche.

Wie es oben beschrieben wurde, können die bevorzugten Ausführungsbeispiele der vorliegenden Erfindung verwendet werden, um verschiedene Typen von Bauelementen für akustische Oberflächenwellen zu realisieren, wobei eine Mehrzahl von Elementen für akustische Oberflächenwellen, die unter Verwendung einer akustischen Oberflächenwelle vom SH-Typ arbeiten, korrekt verbunden sind.

Patentansprüche

1. Bauelement (1; 21; 41-45; 101) für akustische Oberflächenwellen, mit folgenden Merkmalen:
einem Substrat (2; 22; 102; 49) für akustische Oberflächenwellen mit einer ersten Endoberfläche und mit einer zweiten Endoberfläche (2a, 2b; 22a, 22b; 102a, 102);
einem Element (S1-S3, P1, P2; 101; R1-R4) für akustische Oberflächenwellen, das auf dem Substrat für akustische Oberflächenwellen vorgesehen ist, und das unter Verwendung einer akustischen Oberflächenwelle vom Scher-Horizontal-Typ arbeitet, wobei das Element für akustische Oberflächenwellen einen Interdigitalwandler (3-7; 103; 233-26; 46) mit einer Mehrzahl von Elektrodenfingern (106, 107) und einen Reflektor (8-12; 105; 27-30; 47) mit einer Mehrzahl von Elektrodenfingern aufweist, wobei einer (108) eines Paares von äußersten Elektrodenfingern (108, 109) mit entweder (102a) der ersten oder zweiten Endoberfläche (102a) des Substrats für akustische Oberflächenwellen bündig ist, wobei der Reflektor (105) an einer Seite positioniert ist, an der der andere (109) des Paares der äußersten Elektrodenfinger (108, 109) positioniert ist,

derart, daß eine akustische Oberflächenwelle vom Scher-Horizontal-Typ, die durch den Interdigitalwandler (103) erregt wird, zwischen dem Reflektor (105) und der entweder ersten oder zweiten Endoberfläche (102a) begrenzt ist.

2. Bauelement für akustische Oberflächenwellen nach Anspruch 1, das ferner eine Mehrzahl von Elementen (S1-S3, P1, P2) für akustische Oberflächenwellen aufweist, wobei jedes Element einen Interdigitalwandler (3-7) mit einer Mehrzahl von Elektrodenfingern und einen Reflektor (8-12) mit einer Mehrzahl von Elektrodenfingern umfaßt, wobei einer eines Paares von äußersten Elektrodenfingern mit entweder der ersten oder zweiten Endoberfläche des Substrats für akustische Oberflächenwellen bündig ist, wobei der Reflektor an einer Seite positioniert ist, an der der andere des Paares der äußersten Elektrodenfinger positioniert ist, derart, daß eine akustische Oberflächenwelle vom Scher-Horizontal-Typ, die durch den Interdigitalwandler erregt wird, zwischen dem Reflektor und der entweder ersten oder zweiten Endoberfläche begrenzt ist.

3. Bauelement (1) für akustische Oberflächenwellen nach Anspruch 2, bei dem die Mehrzahl von Elementen (S1-S3, P1, P2) für akustische Oberflächenwellen in einer Leiterschaltung geschaltet ist.

4. Bauelement für akustische Oberflächenwellen nach Anspruch 3, bei dem eine erste Gruppe der Mehrzahl von Elementen für akustische Oberflächenwellen Parallelresonatoren (P1, P2) der Leiterschaltung bildet und derart angeordnet ist, daß einer des Paares der äußersten Elektrodenfinger mit der ersten Endoberfläche (2b) des Substrats für akustische Oberflächenwellen bündig ist, und bei dem eine zweite Gruppe (S1-S3) der Mehrzahl von Elementen für akustische Oberflächenwellen Serienresonatoren der Leiterschaltung bildet und derart angeordnet ist, daß einer des Paares der äußersten Elektrodenfinger mit der zweiten Endoberfläche (2a) des Substrats (2) für akustische Oberflächenwellen bündig ist.

5. Bauelement für akustische Oberflächenwellen nach Anspruch 4, das ferner eine Mehrzahl von Verbindungselektroden (15a, 15b, 16a-16c) aufweist, die auf dem Substrat (2) für akustische Oberflächenwellen vorgesehen sind, wobei die erste Gruppe (P1, P2) und die zweite Gruppe (S1-S3) der Elemente für akustische Oberflächenwellen durch die Mehrzahl von Verbindungselektroden elektrisch verbunden sind.

6. Bauelement (21) für akustische Oberflächenwellen nach Anspruch 2, bei dem die Mehrzahl (R1-R4) der Elemente für akustische Oberflächenwellen in einer Gitterschaltung geschaltet ist.

7. Bauelement für akustische Oberflächenwellen nach Anspruch 6, bei dem eine erste Gruppe (R1, R2) der Mehrzahl von Elementen für akustische Oberflächenwellen derart angeordnet ist, daß einer des Paares der äußersten Elektrodenfinger mit der ersten Endoberfläche (22a) des Substrats für akustische Oberflächenwellen bündig ist, und bei dem eine zweite Gruppe (R3, R4) der Mehrzahl von Elementen für akustische Oberflächenwellen derart angeordnet ist, daß einer des Paares der äußersten Elektrodenfinger mit der zweiten Endoberfläche (22b) des Substrats für akustische Oberflächenwellen bündig ist.

8. Bauelement für akustische Oberflächenwellen nach Anspruch 7, das ferner eine Mehrzahl von Verbindungselektroden (31a-31d) aufweist, die auf dem Substrat für akustische Oberflächenwellen vorgesehen sind, wobei die erste Gruppe und die zweite Gruppe der

Elemente (R1-R4) für akustische Oberflächenwellen durch die Mehrzahl von Verbindungselektroden elektrisch verbunden sind.

9. Bauelement für akustische Oberflächenwellen nach Anspruch 1, bei dem der Reflektor ein Gitterreflektor ist.

10. Bauelement (1; 21; 41-45; 101) für akustische Oberflächenwellen, mit folgenden Merkmalen: einem Substrat (2; 22; 102; 49) für akustische Oberflächenwellen mit einer ersten Endoberfläche (2a; 22a; 102a) und einer zweiten Endoberfläche (2b; 22b; 102b);

zumindest einem Element (S1-S3, P1, P2; 101; R1-R4) für akustische Oberflächenwellen, das auf dem Substrat für akustische Oberflächenwellen vorgesehen ist und unter Verwendung einer akustischen Oberflächenwelle vom Scher-Horizontal-Typ arbeitet, wobei das zumindest eine Element für akustische Oberflächenwellen einen Interdigitalwandler (3-7; 103; 23-26; 46) mit einer Mehrzahl von Elektrodenfingern (106, 107) und nur einen einzigen Reflektor (8-12; 105; 27-30; 47) mit einer Mehrzahl von Elektrodenfingern aufweist.

11. Bauelement für akustische Oberflächenwellen nach Anspruch 10, bei dem das zumindest eine Element (101) für akustische Oberflächenwellen auf dem Substrat (102) für akustische Oberflächenwellen angeordnet ist, derart, daß ein erstes Ende (108) des Interdigitalwandlers (103) mit der ersten Endoberfläche (102a) des Substrats (102) für akustische Oberflächenwellen bündig ist, und daß ein zweites Ende (109) des Interdigitalwandlers (102) neben der zweiten Endoberfläche (102b) positioniert ist, wobei der einzige Reflektor (105) zwischen dem zweiten Ende (109) des Interdigitalwandlers und der zweiten Endoberfläche (102b) des Substrats für akustische Oberflächenwellen positioniert ist.

12. Bauelement für akustische Oberflächenwellen nach Anspruch 10, bei dem einer eines Paares von äußersten Elektrodenfingern (108, 109) mit entweder der ersten oder zweiten Endoberfläche (102a) des Substrats für akustische Oberflächenwellen bündig ist, wobei der einzige Reflektor (105) an einer Seite positioniert ist, an der der andere (109) des Paares der äußersten Elektrodenfinger (108, 109) positioniert ist, derart, daß eine akustische Oberflächenwelle vom Scher-Horizontal-Typ, die von dem Interdigitalwandler erregt wird, zwischen dem einzigen Reflektor (105) und der entweder ersten oder zweiten Endoberfläche (102a) begrenzt ist.

13. Bauelement für akustische Oberflächenwellen nach Anspruch 10, das ferner eine Mehrzahl (S1-S3, P1, P2; 101; R1-R4) von Elementen für akustische Oberflächenwellen aufweist, von denen jedes einen Interdigitalwandler (3-7; 103; 23-26; 46) mit einer Mehrzahl von Elektrodenfingern und nur einen einzigen Reflektor (8-12; 105; 27-30; 47) mit einer Mehrzahl von Elektrodenfingern aufweist.

14. Bauelement (1) für akustische Oberflächenwellen nach Anspruch 13, bei dem die Mehrzahl der Elemente für akustische Oberflächenwellen in einer Leiterschaltung geschaltet ist.

15. Bauelement für akustische Oberflächenwellen nach Anspruch 14, bei dem eine erste Gruppe (P1, P2) der Mehrzahl von Elementen für akustische Oberflächenwellen Parallelresonatoren der Leiterschaltung bildet und derart angeordnet ist, daß einer des Paares der äußersten Elektrodenfinger mit der ersten Endoberfläche (2b) des Substrats für akustische Oberflächenwellen

len bündig ist, während eine zweite Gruppe (S1-S3) der Mehrzahl der Elemente für akustische Oberflächenwellen Serienresonatoren der Leiterschaltung bildet und derart angeordnet ist, daß einer des Paares der äußersten Elektrodenfinger mit der zweiten Endoberfläche (2a) des Substrats für akustische Oberflächenwellen bündig ist. 5

16. Bauelement für akustische Oberflächenwellen nach Anspruch 15, das ferner eine Mehrzahl von Verbindungselektroden (15a, 15b, 16a-16c) aufweist, die auf dem Substrat für akustische Oberflächenwellen angeordnet sind, wobei die erste Gruppe und die zweite Gruppe der Elemente für akustische Oberflächenwellen durch die Mehrzahl von Verbindungselektroden elektrisch verbunden sind. 10 15

17. Bauelement (21) für akustische Oberflächenwellen gemäß Anspruch 13, bei dem die Mehrzahl der Elemente (R1-R4) für akustische Oberflächenwellen in einer Gitterschaltung geschaltet ist.

18. Bauelement für akustische Oberflächenwellen nach Anspruch 17, bei dem eine erste Gruppe (R1, R2) der Mehrzahl der Elemente für akustische Oberflächenwellen derart angeordnet ist, daß einer des Paares der äußersten Elektrodenfinger mit der ersten Endoberfläche (22a) des Substrats für akustische Oberflächenwellen bündig ist, und bei dem eine zweite Gruppe (R3, R4) der Mehrzahl der Elemente für akustische Oberflächenwellen derart angeordnet ist, daß einer des Paares der äußersten Elektrodenfinger mit der zweiten Endoberfläche (22b) des Substrats (22) für akustische Oberflächenwellen bündig ist. 20 25 30

19. Bauelement für akustische Oberflächenwellen nach Anspruch 17, das ferner eine Mehrzahl von Verbindungselektroden (31a-31d), die auf dem Substrat für akustische Oberflächenwellen vorgesehen sind, aufweist, wobei die erste Gruppe (R1, R2) und die zweite Gruppe (R3, R4) der Elemente für akustische Oberflächenwellen durch die Mehrzahl von Verbindungselektroden elektrisch verbunden sind. 35

20. Bauelement für akustische Oberflächenwellen nach Anspruch 10, bei dem der einzige Reflektor ein Gitterreflektor ist. 40

Hierzu 8 Seite(n) Zeichnungen

45

50

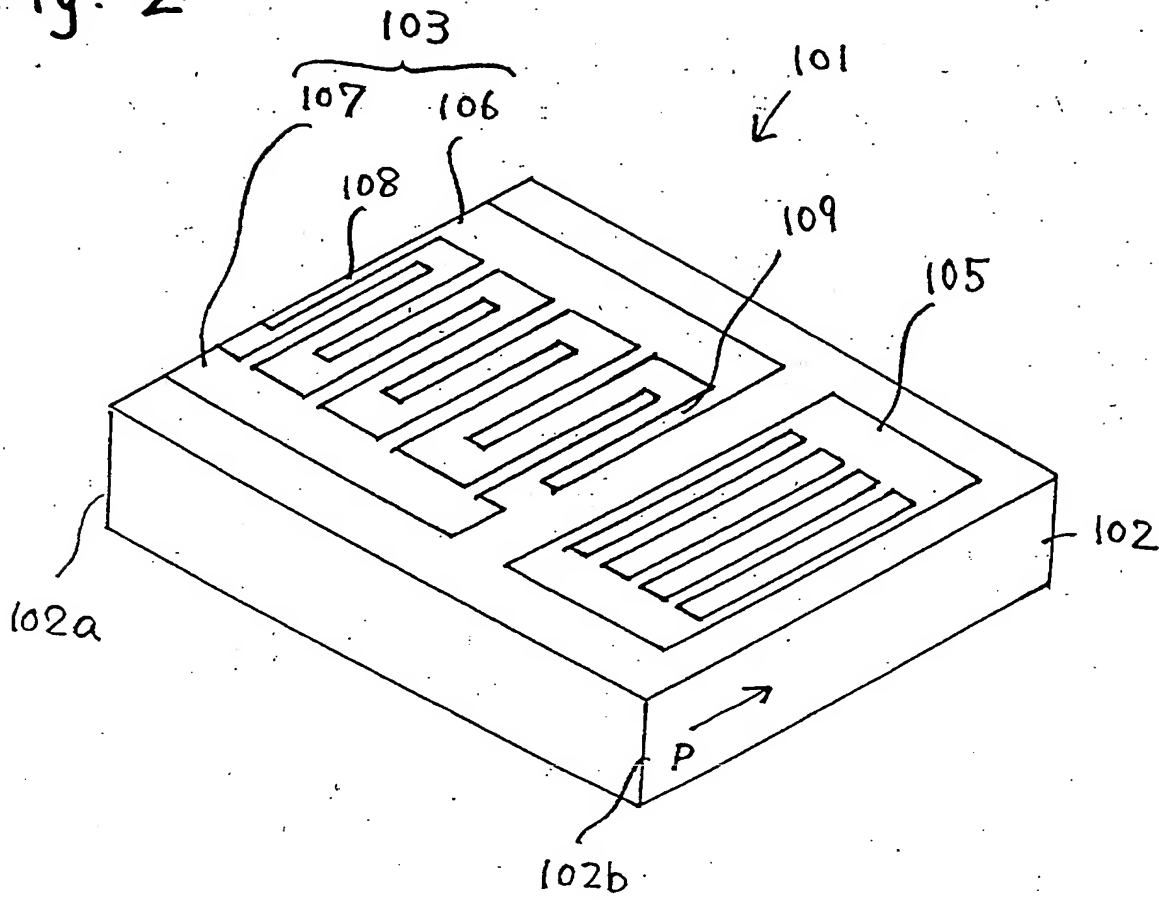
55

60

65

- Leerseite -

Fig. 2



ZEICHNUNG

Nummer:
Int. Cl. 6:
Offenlegungstag:

DE 198 30 315 A1
H 03 H 9/25
14. Januar 1999

3B

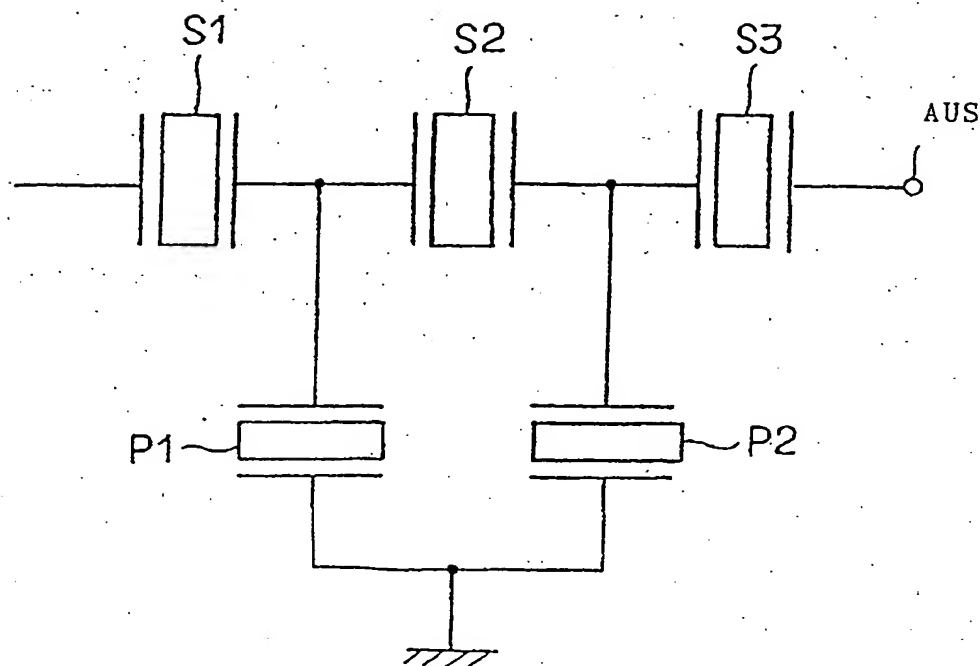
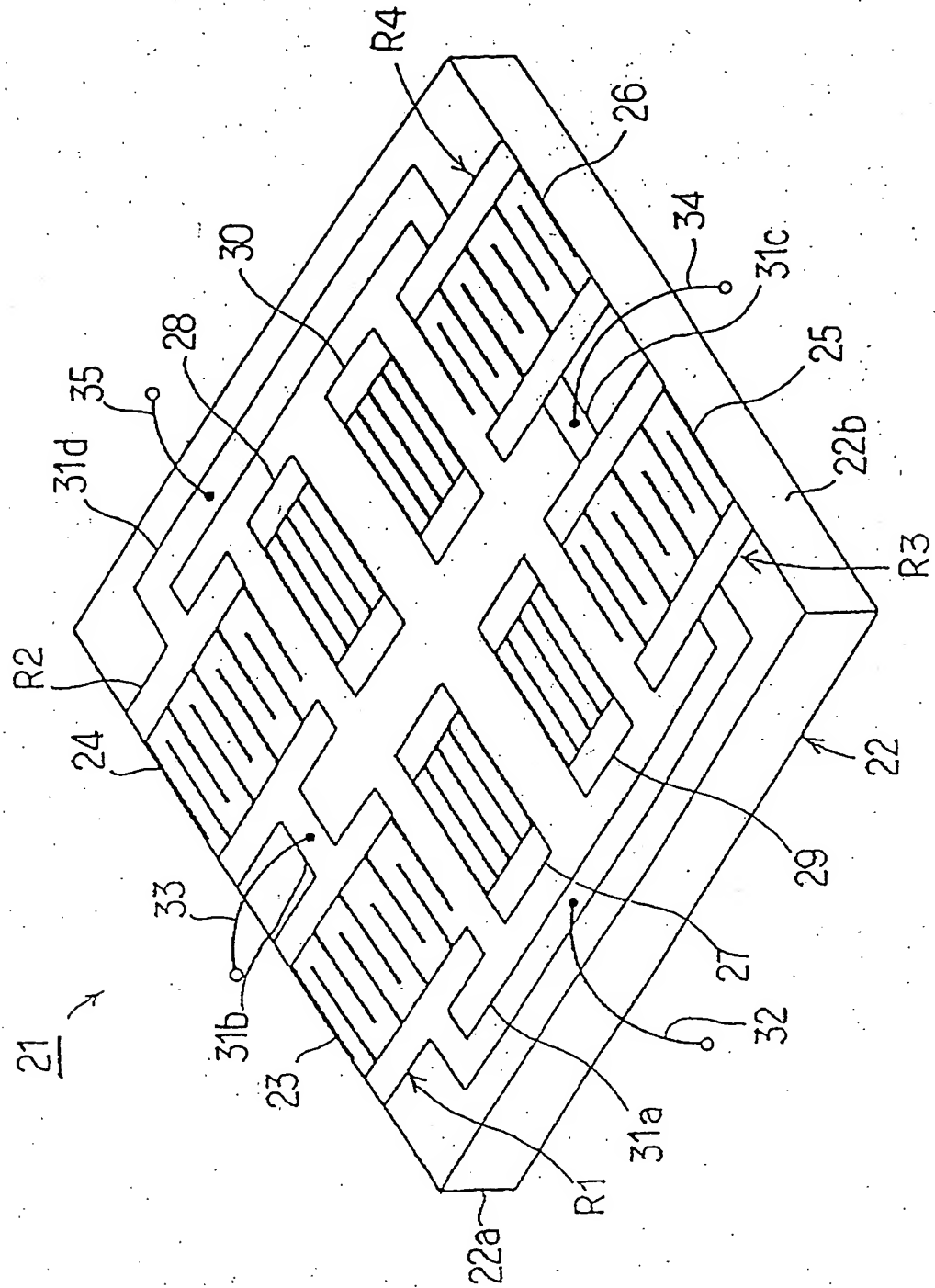


Fig. 4A



ZEICHN

Nummer:
Int. Cl. 6:
Offenlegungstag:

DE 198 30 315 A1
H 03 H 9/25
14. Januar 1999

Fig. 4B

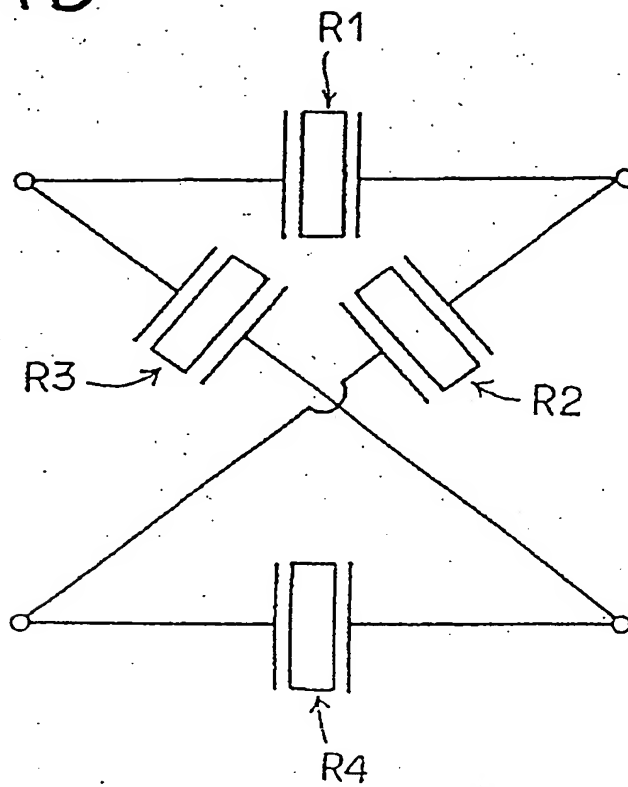


Fig. 5

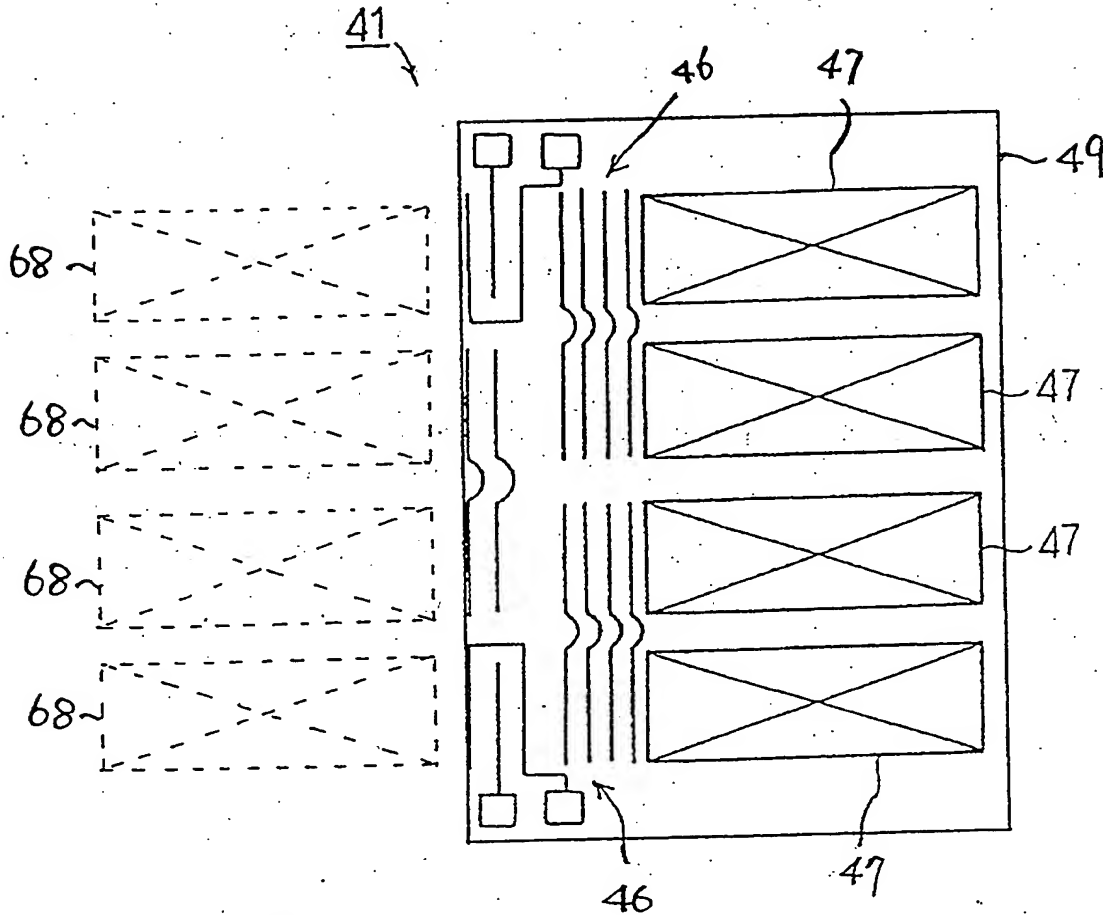
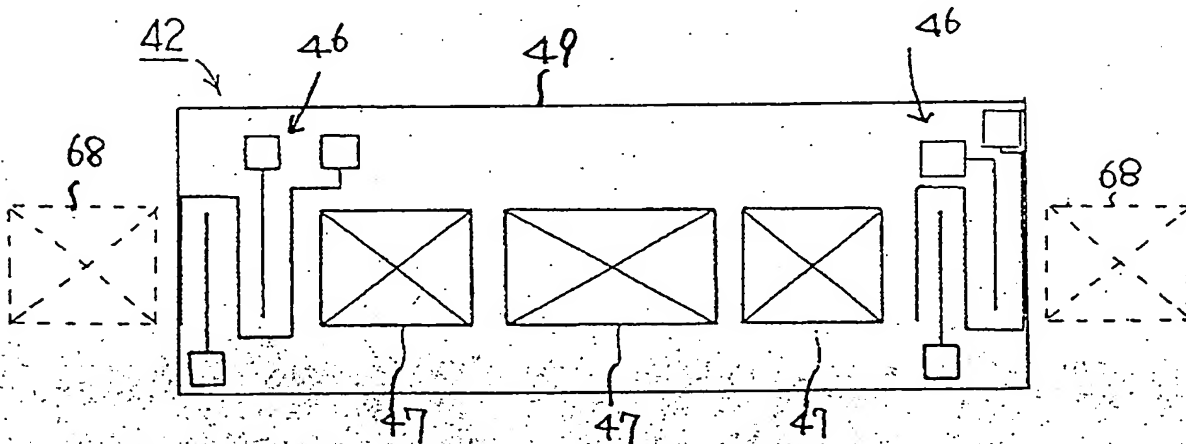


Fig. 6



ig. 7

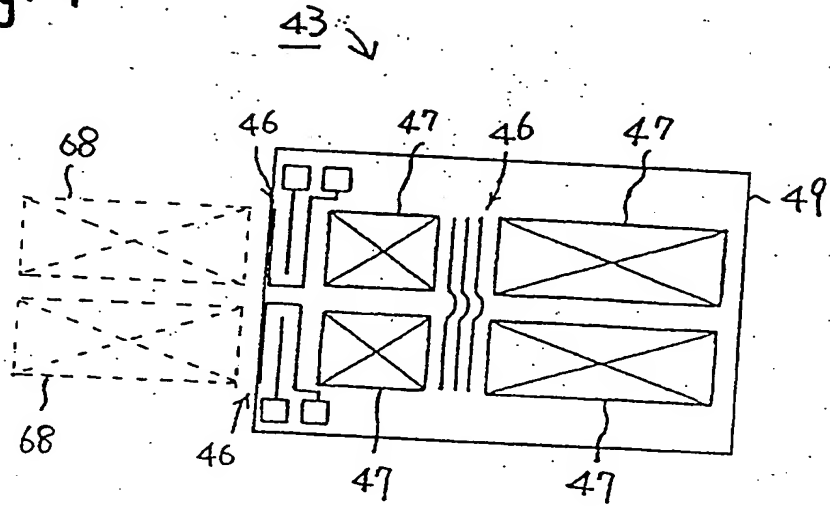


Fig. 8

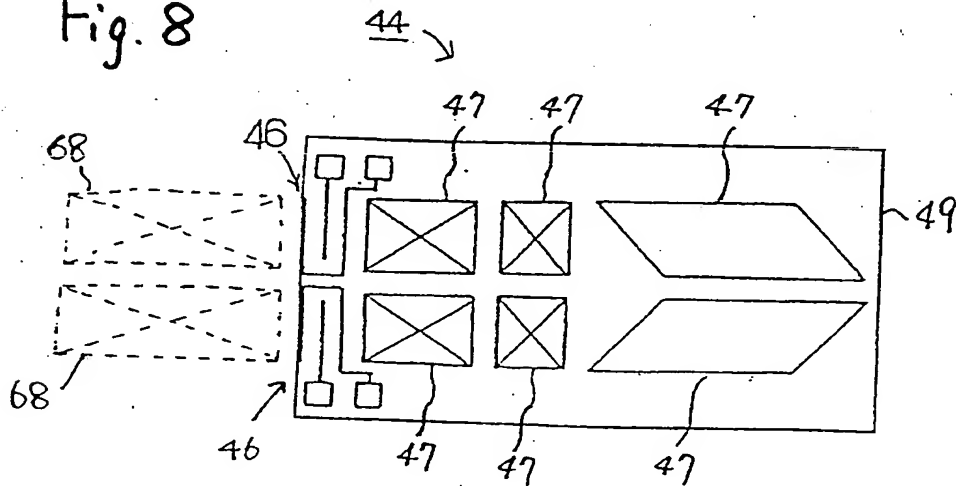


Fig. 9

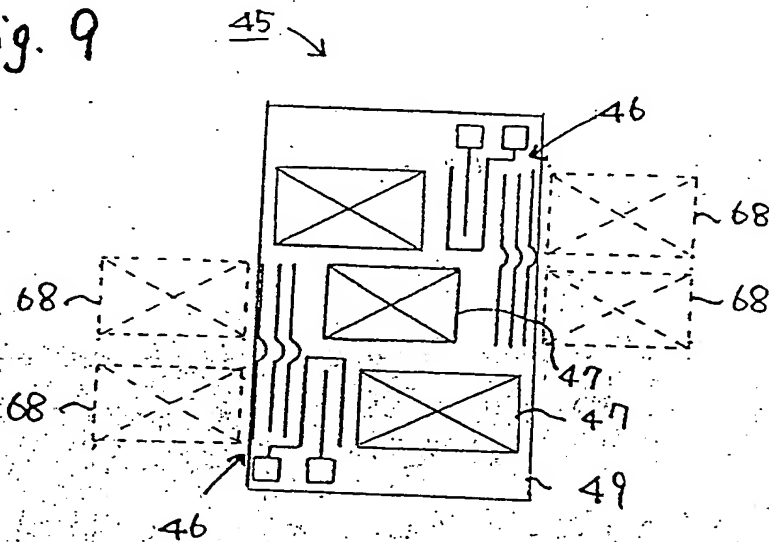


Fig. 1A

(STAND DER TECHNIK)

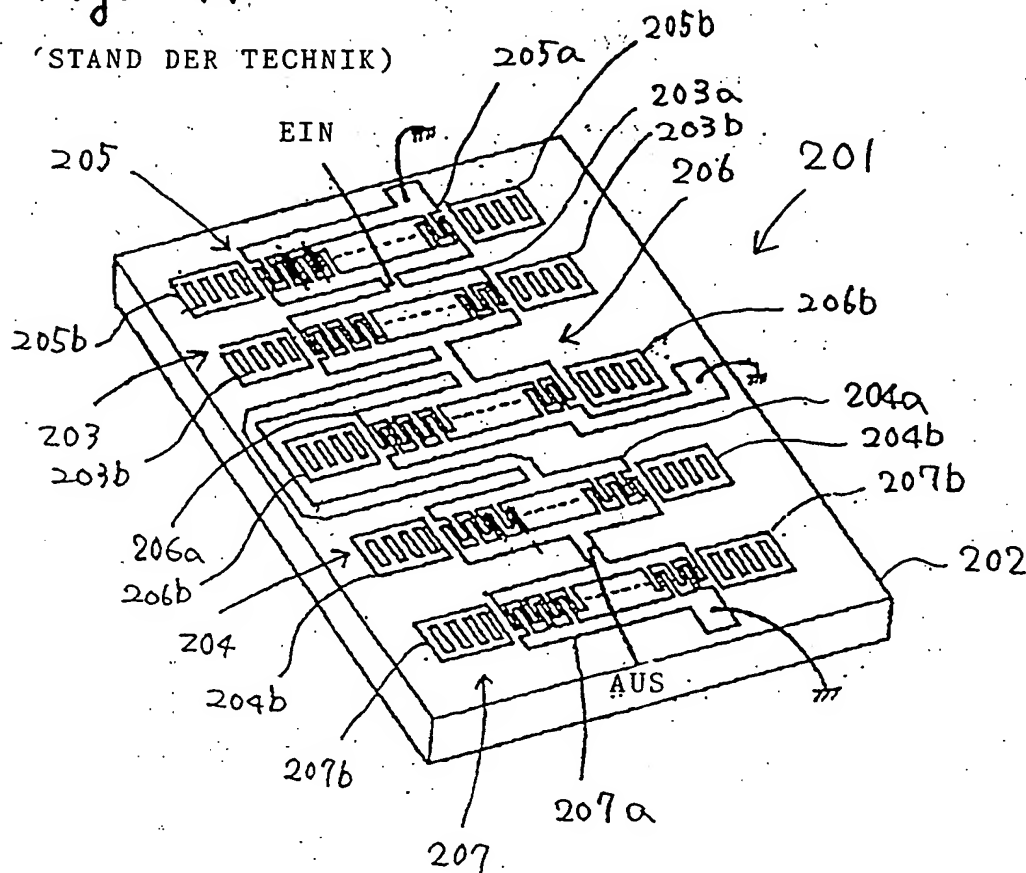


Fig. 1B

